

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000353494 A**

(43) Date of publication of application: **19.12.00**

(51) Int. Cl.

H01J 65/00

H01J 61/30

H05B 41/00

H05B 41/14

(21) Application number: **11163267**

(22) Date of filing: **10.06.99**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor:
NISHIYAMA HIDEO
SHIMIZU NOBUHIRO
INOHARA MAKOTO
SHIGETA TERUAKI
MATSUOKA TOMIZO
AONO MASAOKI

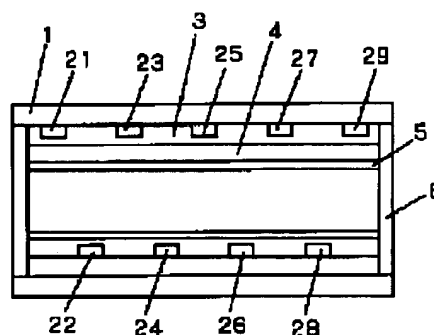
(54) **LOW-PRESSURE DISCHARGE LAMP**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maximize ultraviolet ray radiation efficiency and visible radiation efficiency via phosphors by specifying the structure and lighting control method of a rare gas discharge lamp.

SOLUTION: Glass substrates 1 having a plurality of electrodes 21-29, dielectric substances 3 covering them, and magnesium oxide films 4 are arranged face to face. Phase difference pulse potentials are individually applied to a plurality of electrodes 21-29 by a control pulse generating device to conduct optimum lighting control for urging the effective luminescence of rare gas via a dielectric substance barrier discharge including a creep discharge.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-353494

(P2000-353494A)

(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 J 65/00		H 0 1 J 65/00	A 3 K 0 8 2
61/30		61/30	T
H 0 5 B 41/00		H 0 5 B 41/00	A
41/14		41/14	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-163267

(22) 出願日 平成11年6月10日 (1999. 6. 10)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 西山 英夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 清水 伸浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低圧放電ランプ

(57) 【要約】

【課題】 希ガス放電ランプの構造及び点灯制御方法を特定して、紫外放射効率、及び蛍光体を介しての可視放射効率の極大化をはかること。

【解決手段】 複数の電極21～29とそれを被膜する誘電体3並びに酸化マグネシウム膜4を有したガラス基板1を相対向させ、これに制御パルス発生装置により複数の電極に個別に位相差パルス電位を印加し、沿面放電を含む誘電体バリア放電により、希ガスの効率的な発光を促す最適点灯制御を行うものである。

1 ガラス基板

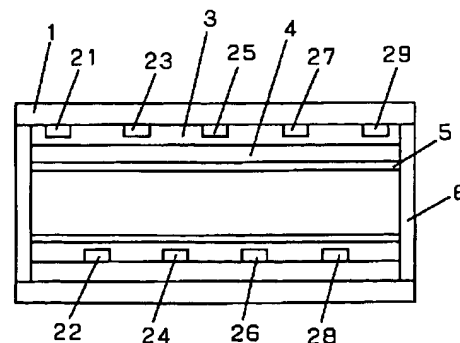
3 誘電体

4 MgO膜

5 蛍光体

6 基板支持枠

21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 電極



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に平行に設置された複数の電極と、前記電極を覆う誘電体と、前記誘電体を覆う蛍光体とが基板支持枠で対向して設置され、双方の電極が平行かつ互いに千鳥配置の構成をとり、かつ、対向電極間よりも隣接電極間の距離を短くし、沿面放電のあとに誘電体バリア放電を誘起する構造をもつ低圧放電ランプ。

【請求項2】ある電極に印加されるパルス電圧の位相が対向する2つの電極のもつパルス電圧の中間位相にあって、前記2つの電極の位相に対して $\pm 1/4$ シフトした位相で駆動され、かつ隣接電極の反転位相パルスの立ち下げに Δt の時間進みを設けてなる請求項1記載の低圧放電ランプ。

【請求項3】基板支持枠を挟んで対向するガラス基板上の電極の長さ方向が互いに直交し、かつ、対向電極間よりも隣接電極間の距離を短くし、沿面放電のあとに誘電体バリア放電を誘起する構造をもつ低圧放電ランプ。

【請求項4】ある電極に印加されるパルス電圧の位相が対向する電極のもつパルス電圧の中間位相にあって、前記電極の位相に対して $\pm 1/4$ シフトした位相で駆動され、かつ、隣接電極の反転位相パルスの立ち下げに Δt の時間進みを設けてなる請求項3記載の低圧放電ランプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電体バリア放電を誘起する低圧放電ランプに関する。

【0002】

【従来の技術】低圧放電ランプのうち、混合希ガス封入の放電ランプ、すなわち希ガス放電ランプは、水銀封入のランプに比べて発光効率が格段に低い。しかしながら、この希ガス放電ランプの長所は、水銀封入ランプの欠点である著しい温度特性をもちあわせないことである。このため、複写機やファクシミリ等の情報読み取り用光源や液晶バックライトのように、周辺温度の変動に影響されず常に一定の光出力を要求される光源に利用されることが多い。また、この希ガス放電ランプは水銀を含まないため、いわゆる「地球環境保護」の観点からも注目されつつある。

【0003】この発光効率を高めるための手段は、希ガスが放射する紫外放射束をいかに増強するか、また、その紫外放射から蛍光体を介して可視光をいかに効率よく変換できるか、の2点に大別できる。

【0004】このうち、前者の紫外放射束を効率よく発光する手段として、矩形波による点灯方式が正弦波による点灯方式よりも優れていることが従来から知られている。また、周波数についても、放電管の管径や管長、及び封入ガスの種類とガス圧などをパラメータとして、最適化をはかる努力が続けられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開2-174097号公報等で代表されるように、パルス幅とそのデューティ比を、パルス諸元や封入ガス特性に応じて変化させ、極大値を求めている例が多いが、その発光効率は一般照明用ランプに比べて低く、改良の余地が残されている。

【0006】また、平板型光源を目指して、片側に複数の導体電極と誘電体膜を設置した例が開示されているが、上記と同様に、その低い発光効率のために一般照明用として使用できないのが現状である。

【0007】本発明が解決しようとする課題は、上記問題点を解決するため希ガス放電ランプの放電特性を改良し、いかに高効率の紫外域発光を実現し、高効率の点灯方式を見いだすかにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するため本発明では、複数の電極とそれを被膜する誘電体並びに酸化マグネシウム膜を有した基板を相対向させ、これに制御パルス発生装置により複数の電極膜に個別にパルス電位を印加することによって、希ガスの効率的な発光を促す最適点灯制御を実現するものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態について説明する。

【0010】図1は本発明の第1の実施の形態を示す図であって、ガラス基板1には一定距離をおいて電極21、23、25、27、29が平行に設置されている。これらの電極は線状で、ITO膜または金属（銀）膜で作成される。誘電体3はガラス基板1の上に電極を覆うようにして塗布され、さらにその上にMgO膜4、蛍光体5の順に塗布される。

【0011】図1はこのような構成をもつ2枚の基板を基板支持枠6で隔てて平行に対向させた放電ランプで、基板内にはXeガスなどで代表される希ガスが封入されている。

【0012】このような放電ランプにおいて、例えば電極21と電極22、さらに電極23と電極24の間に電圧を印加すると、それぞれの誘電体を介した誘電体バリア放電または無声放電が発生する。一般に、Xeガスの低圧放電時におけるXe原子は、供給する電気エネルギーに応じて Xe^* 、 Xe^{**} 、または Xe^+ のもつエネルギー準位に励起され、主要原子発光として、 Xe^* からXeの基底準位に到る共鳴線である147nmの放射が観測される。

【0013】しかしながら、この励起過程において短時間に過剰な電気エネルギーを供給したり、継続的に電気エネルギーを供給したりすると、前者の場合、イオン化されたXeからの両極性拡散や、共鳴線以外の遷移過程での、例えば中性原子・分子衝突によるエネルギーロスが増大し、後者の場合にも電子温度の増大による前者と同様のロスが生ずる。

【0014】これにより、適切なエネルギー準位、例えばXe*やXe**への励起確率が最大となるように電気エネルギーの時間印加特性を特定し、一定休止期間を経て次の電気エネルギーを供給することが発光効率を高める上で重要となる。

【0015】一方、Xe₂の2原子分子においては、Xe*やXe**のエネルギー準位を経て、主に3体衝突等により2原子分子を構成し、Xe*より低準位のXe₂*にシフトして172nmや158nmの分子発光、すなわちエキシマ発光が観測される。この場合も、Xe*やXe**の励起効率が最大となるように電気エネルギーの時間印加特性を特定することが効率向上の上で重要となる。

【0016】上記の誘電体バリア放電は、このような放電条件にうまく適合し、例えば放電間隔が約1000μm程度で大気圧以下程度のガス圧の場合には、放電柱の太さは約100μmのオーダーで観測される。

【0017】この放電箇所ないし放電点は、一般的な誘電体バリア放電ではランダムに発生するが、本実施形態では平行電極上に限定することができ、隣接電極との距離を約100μm程度に最適化すれば、放電点の密度を上げながら電子温度の増大によるエネルギーロスを低減でき、ランダム発生の場合に比べてエキシマ発光の効率を増やせることになる。ここで、MgO膜4は、全面電極方式に比べて増加する放電電圧を下げる役割をもつ。

【0018】また蛍光体5は、例えばユーロビウム付活アルミン酸バリウム（青色）、ジンクシリケートマンガン（緑色）及びユーロビウム付活酸化イットリウム（赤色）を調合して白色発光を呈するようにするもので、このように、3種の蛍光体を合わせた場合の量子効率は147nmよりも172nmで高くなる。

【0019】さらに、励起波長が可視発光域に近づけば、ストークスシフトによって発光効率が高くなることが知られている。これにより、Xeガス放電時の発光を147nmの原子発光から2原子分子発光、すなわち172nm発光に変換する方が発光効率（lm/W）は格段に増大するのである。

【0020】また点灯方式については、正弦波点灯時の立ち上がり及び立ち下りの時間帯では、印加電圧が低いいため、誘電体バリア放電の発生が少なくなる。このため、正弦波点灯よりは矩形波点灯の方が誘電体バリア放電の起こる確率が高くなり、全体の発光効率が上昇する。

【0021】図1では上下の電極が千鳥配置となるように配置し、各電極への電圧は、図2のように制御して印加する。すなわち、位相の異なるパルス電圧を4種用意し、図1の上側電極21、25---にφ1のパルス電圧を、また、上側電極の23、27---にφ3、下側電極22、26---にφ2、下側電極24、28---にφ3のパルスを、それぞれ印加する。

【0022】図2はこれらのパルス電圧の印加方法とタ

イムフローを表し、図2（a）は電極の相対位置とパルス印加結線図を、図2（b）は印加電圧と各時刻における放電経路を表したものである。ただし、ここで示す印加電圧Hとはパワー電圧が印加される期間を表すもので、このHの期間にDCの他に正弦波や矩形波などのACの電圧を印加してもよいことを表す。

【0023】図2（b）において、時刻t10とt11の間では電極21と22、及び電極23と24で放電する。菱形の斜線部はその放電経路を表すものである。同様に、時刻t11とt20では電極20（図示せず）と21、電極22と23、電極24と25でそれぞれ放電する。

【0024】これらの動作をまとめて別の表現をとると、ある電極の位相が対向する2つの電極の中間位相にある場合、前記2つの電極の位相に対して±1/4シフトした位相で駆動されていることがわかる。

【0025】また、電極22に注目すれば、時刻t11からt21までの間においてHレベルを維持しつつ、電極23から電極21に放電経路を移していることがわかる。また、時刻t21からt31までの間においてはLレベルを維持しつつ、電極23から電極21に放電経路を移していることがわかる。

【0026】このようにして各放電経路の一方を固定し他方を切り換えながら、同時に放電の極性を交互に変えることにより、誘電体バリア放電の放電環境を安定かつ均一に整えることができる。

【0027】また、このような千鳥の電極構造においては、図1のパネルをその真上もしくは真下から見た場合に、放電柱は上下の各電極に基点を合わせて斜めに傾き、蛍光体を介しての見かけ上の輝度が上昇する。

【0028】さらに、原子発光が放電空間中を進む時に、その線スペクトルのために大きな自己吸収を受けて見かけ上の輝度が低下するのに対して、2原子分子の発光は172nmを中心とした狭帯域発光を呈するため、自己吸収が桁違いに小さく、このために蛍光体面に達する紫外線が増大して、上記のパネルの発光輝度は飛躍的に増大する。

【0029】上記には誘電体バリア放電が主に対向電極間で生ずる場合について述べてきたが、広義の誘電体バリア放電には、隣接電極間での放電、すなわち沿面放電が含まれる。これは、対向する電極間距離に比べて隣接電極間距離を縮めることにより、対向電極間の放電の前に沿面放電を起こさせて放電空間を立体化するもので、これによって放電箇所の密度を上げ、ランダム発生の場合に比べてエキシマ発光の効率を高めようとするものである。以下にこの実施形態について説明する。

【0030】図2（b）において、電極24は電極22と逆位相となっているが、今この電極24の立ち下がり時刻をΔtだけ早めてみる。

【0031】例えば時刻t11の少し前に電極24の電位をHからLにシフトする。このあと時刻t11になって電

極22がLからHに立ち上がったとき、隣接の電極24と対向する電極23は共にLレベルにある。

【0032】このとき、対向する電極間距離に比べて隣接電極間距離を小さくしておけば、電極22はまず隣接電極24との間で沿面放電をおこし、すぐに対向電極23との放電に移行する。

【0033】これによって、放電経路の立体化がはかられ、電極24の早期立ち下げにともなう電極24と23の間の放電期間短縮によって生ずる放射束低下分以上の放射束の増大が見込まれ、発光効率が向上する。

【0034】同様に、電極21、22、23においては、それぞれ時刻 t_{20} 、 t_{21} 、 t_{30} の Δt 前の時刻に印加電圧をHからLに落としておく、いわゆる「隣接電極の反転位相パルスの立ち下げに Δt の時間進みを設ける」ことによって、対向電極間との誘電体バリア放電の前にそれぞれ隣接電極間との沿面放電を起こさせることができる。

【0035】この Δt は、0から大きくしていくとはじめ紫外放射効率は上昇するが、一定値を越えると低下していく。このため、紫外放射効率が極大となる Δt を求め、それぞれの放電空間構造に応じてこの値を固定することが重要となる。

【0036】上記の実施形態では対向する電極が平行である場合について説明してきたが、対向電極が直交する場合について、第2の実施の形態をあげて説明する。

【0037】図3はパネルの電極を平面的に表したもので、縦・横の線は電極を表し、上下の基板によって対向しているものである。このとき、縦横の各交点が放電点となる。

【0038】いま、縦横の電極に交互にH、L、H、Lの電圧に印加するが、図3のようにその印加パターンを横電極についてはP1、P2とし、縦電極についてはP3、P4と設定する。いま、時刻 t_1 において縦電極の印加パターンをP3として横電極の印加パターンをP1とする。このとき、丸印の交点で放電する。

【0039】次に、時刻 t_2 において横電極の印加パターンをP1からP2に切り替えると、丸印の交点での放電は止まり×印の交点で放電する。さらに、時刻 t_3 において縦電極をP3からP4に切り換えると、×印での放電は止まり丸印の交点で放電する。

【0040】しかし、前回時刻 t_1 における丸印の放電時に比べて放電の極性が反転していることがわかる。さらに時刻 t_4 において横電極をP2からP1に切り換えれば、丸印での放電は止まり×印で前回の時刻 t_2 と逆電位での放電が生ずる。また同じ丸印ないし×印であっても斜め同士では放電時刻は同じでもお互いに放電の方向が逆転し、一方縦横1つおきには同時刻に同方向の放電が生ずることになる。

【0041】さらに上記の動作を図3の縦横の電極のうち二重丸及び三角の交点における動作を例にとって、こ

れに印加するパルス電圧のタイムフローチャートを用いて説明する。

【0042】図4において、二重丸の放電点では、時刻 t_1 と t_3 で斜線入り菱形が示すように放電し、その極性は反転していることがわかる。同様に三角の放電点では時刻 t_2 と t_4 で極性を変えて放電していることがわかる。このように、縦電極、横電極共に、奇数電極と偶数電極に分けて、これらに互いに位相の反転したパルス信号を印加し、さらに縦電極と横電極の位相差を1/4シフトすることにより、図3に示すように斜め格子状の放電点が見かけ上左右または上下に一斉にシフトするようになる。

【0043】このようにして各電極の電位を複数の位相で切り換えることにより、誘電体バリア放電の生ずる放電点をマトリックス状に制御できる。放電点は、一般的な誘電体バリア放電ではランダムに発生するが、本実施形態では、格子状に放電点を限定することができる。

【0044】このため、ある放電点において放電終了後に残った残留電荷は、一周期において再び逆方向に加速されてイオンとの衝突回数が増大して放電効率の上昇に寄与する。これにより、誘電体バリア放電において高効率のエキシマ発光を作り出す放電環境を整えることができる。

【0045】この実施形態の場合も、誘電体バリア放電が主に対向電極間で生ずる場合について述べてきたが、広義の誘電体バリア放電には、隣接電極間での放電、すなわち沿面放電が含まれる。

【0046】これは、対向する電極間距離に比べて隣接電極間距離を縮めることにより、対向電極間の放電の前に沿面放電を起こさせて放電空間を立体化するもので、これによって放電箇所の密度を上げ、ランダム発生の場合に比べてエキシマ発光の効率を高めようとするものである。

【0047】図3をもとに、沿面放電を含む誘電体バリア放電を起こす方法について説明する。図3において、横電極P1、P2への電圧印加パターンを考える。

【0048】いまP1がHからLの状態にシフトする時刻を前記と同様 Δt だけ早める。この状態をP11とすると横電極の奇数、偶数は共にLの状態にある。次にP2に移って偶数電極がLからHに立ち上がったとき、対向する電極間距離にくらべて隣接電極間距離を小さくしておけば、偶数の横電極はまず隣接の奇数電極との間で沿面放電をおこし、すぐに対向のL電極との放電に移行する。

【0049】これによって、放電経路の立体化がはかられ、奇数横電極の早期立ち下げにともなう対向電極間の放電期間短縮にともなう放射束低下分以上の放射束の増大が見込まれ、発光効率が向上する。このことは、縦電極のパターンであるP3からP4へのシフトについても同様にHからLに Δt だけ早く落とすことによって実現

できる。

【0050】なお、上記実施形態において、平板型の低圧放電ランプについて説明してきたが、背面のガラス基板のいずれかに光反射膜を施せば、平板の片面からのみ容易に光を取り出すことができる。

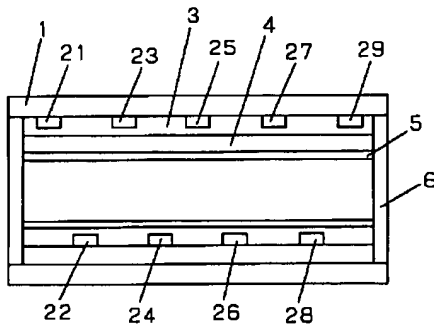
【0051】さらに上記平板を曲げて円筒状にすれば、現用の直管蛍光ランプの形態に近づく。この場合、バルブは二重管となり内管内側に光反射膜を設け、電極は、外管内側と内管外側に螺旋状電極どうしの組み合わせ、もしくは螺旋状電極と管径方向の直線電極の組み合わせ、更に直線電極どうしの組み合わせなどの形態で設置でき容易に製作できる。さらに内管の内部の中空を利用して電極に印加するパルス点灯回路を収納することができ実用上の長所が多い。

【0052】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、低圧希ガス放電ランプを点灯する際、複数の隣接及び対向電極の空間的構造を特定し、これに応じて位相の異なる複数のパルスを隣接並びに対向する電極に対して時間・空間的に適切に印加することにより、エキシマ光を最大限に取り出すことができ、Xeガス放電の場合147nmより長波長 *

【図1】

- 1 ガラス基板
3 誘電体
4 MgO膜
5 蛍光体
6 基板支持枠
21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 電極



*の172nm紫外放射を利用して、この紫外域で高い発光効率が期待できる蛍光体を介して可視光に効率よく変換でき、産業応用面における実用的な価値は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における低圧放電ランプの構造を表わす図

【図2】(a) 第1の実施の形態における電極の相対位置とパルス印加結線図

(b) 同印加パルスのフローチャート

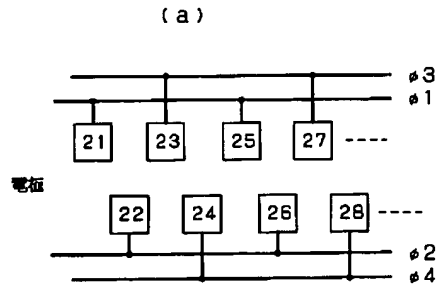
10 【図3】本発明の第2の実施の形態による電極への印加電圧パターンを表した図

【図4】本発明の第2の実施の形態による印加パルスのフローチャート

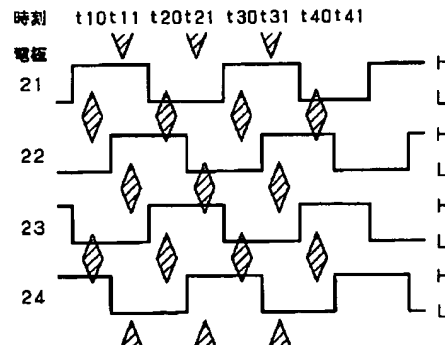
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
3 誘電体
4 酸化マグネシウム膜
5 蛍光体
6 基板支持枠
21~29 複数の電極

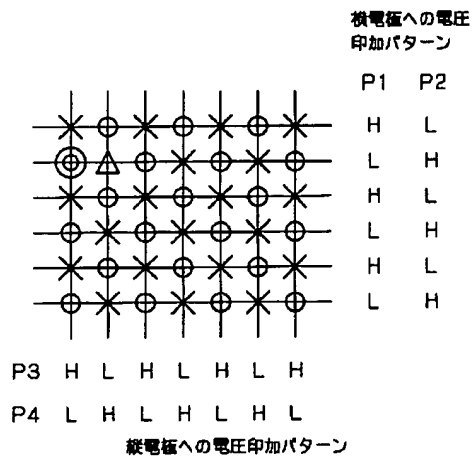
【図2】



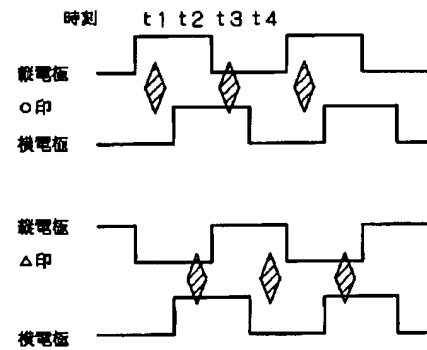
(b)



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 猪野原 誠
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 重田 照明
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 松岡 富造
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 青野 正明
愛媛県北条市光洋台5-13
Fターム(参考) 3K082 BA04 CA31